



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND

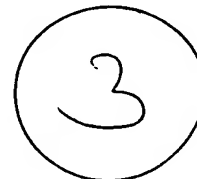


DEUTSCHES  
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift  
①0 DE 40 38 981 A 1

⑤1 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
H02 P 7/44  
B 66 C 13/22

②1 Aktenzeichen: P 40 38 981.2  
②2 Anmeldetag: 6. 12. 90  
④3 Offenlegungstag: 11. 6. 92



DE 40 38 981 A 1

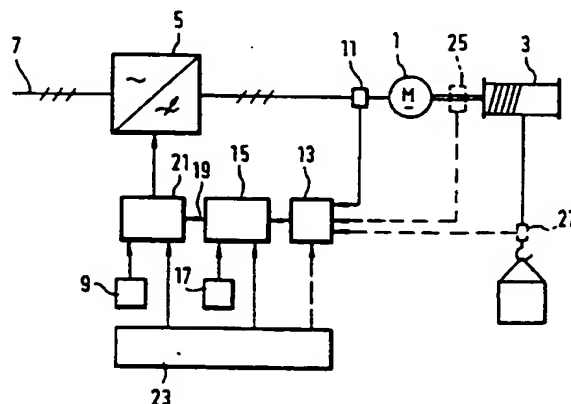
⑦1 Anmelder:  
MAN GHH Logistics GmbH, 7100 Heilbronn, DE

⑦4 Vertreter:  
Weickmann, H., Dipl.-Ing.; Fincke, K., Dipl.-Phys.  
Dr.; Weickmann, F., Dipl.-Ing.; Huber, B.,  
Dipl.-Chem.; Liska, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Prechtel,  
J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000  
München

⑦2 Erfinder:  
Fischer, Christoph, 7121 Cleeborn, DE; Fischer,  
Heiko, 6926 Kirchhardt, DE; Oechsner, Paul, 6963  
Ravenstein, DE; Bantle, Werner, 7100 Heilbronn, DE

⑤4 Hubwerksantrieb, insbesondere für einen Turmkran

⑤7 Der insbesondere für einen Turmkran geeignete Hubwerksantrieb umfaßt einen Asynchronmotor (1), der aus einem Frequenzumrichter (5) mit Wechselstrom änderbarer Frequenz gespeist wird. Eine Steuerschaltung (13, 15, 21, 23) ermittelt einen ein Maß für das momentane Drehmoment des Motors (1) repräsentierenden Belastungswert und stellt die Frequenz des Frequenzumrichters (5) auf einen Wert ein, der bei dem ermittelten Belastungswert und einer vorgegebenen Leistung des Motors (1) gerade noch zulässig ist. Die maximal zulässige Frequenz wird durch eine Grenzkennlinie in einem Datenspeicher (23) festgelegt oder entsprechend einem elektrischen Ersatzschaltbild des Asynchronmotors (1) errechnet. Eine Leistungsregeleinrichtung (13, 15) hält die Motorleistung konstant. Bei einer Änderung eines vorgegebenen Frequenz-Sollwerts folgt die Steuerschaltung (13, 15, 21, 23) dem Frequenz-Sollwert, jedoch nur bis zu der ermittelten maximal zulässigen Frequenz. Durch die vorstehenden Maßnahmen kann die Kippsicherheit innerhalb des Feldschwächungsbereichs auch dann gewährleistet werden, wenn die Frequenz um ein Mehrfaches der Nennfrequenz variiert wird.



DE 40 38 981 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Hubwerksantrieb, insbesondere für einen Turmkran, mit einem Wechselstrommotor, insbesondere einem Asynchronmotor, einem den Wechselstrommotor mit Wechselstrom änderbarer Frequenz speisenden Frequenzumrichter und einer die Frequenz des Frequenzumrichters auf einen insbesondere stufenlos wählbaren Frequenz-Sollwert einstellenden Steuerschaltung.

Hubwerke, insbesondere von Turmkranen, müssen vielfach große Höhenunterschiede der Hakenhöhe überwinden. Dies bedingt vergleichsweise lange Transportzeiten der Last, bei einer Hakenhöhe von beispielsweise 50 m vielfach einige Minuten, da die Leistung des Hubwerksantriebs aus Kostengründen oder aus Gewichts- und Platzgründen in der Regel der maximalen Tragkraft des Krans entsprechend dimensioniert ist.

Um die Hubgeschwindigkeit zumindest bei Lasten kleiner als die Nennlast vergrößern zu können, werden als Hubwerksantrieb vielfach polumschaltbare Wechselstrommotoren und insbesondere auch Wechselstrommotoren mit einem nachfolgenden, in Stufen schaltbaren Untersetzungsgetriebe benutzt. Polumschaltbare Motoren erfordern jedoch einen vergleichsweise hohen Schaltungsaufwand zur Steuerung, und beim Umschalten der Drehzahlen können hohe Drehmomentsprünge auftreten, die sich negativ auf die Positionierung der Last auswirken und die Konstruktion von Turm und Ausleger des Krans beanspruchen. Getriebemotoren erfordern hohen Konstruktionsteilenaufwand und erhöhen das Krangewicht. In beiden Fällen läßt sich jedoch die Hubgeschwindigkeit nur in groben Stufen variieren, womit sich die Transportgeschwindigkeit des Krans nur begrenzt innerhalb der durch die Motorleistung vorgegebenen Grenzen erhöhen läßt.

Es ist ferner bekannt, den Asynchronmotor eines Hubwerks mit Wechselstrom variabler Frequenz und variabler Stromamplitude aus einem Frequenzumrichter zu speisen. Derartige Frequenzumrichter-Antriebe ermöglichen zwar eine stufenlos änderbare Einstellung der Hubgeschwindigkeit, wurden aber bisher nur in Frequenzbereichen zwischen 0 und der die Nenndrehzahl des Asynchronmotors bestimmenden Netzfrequenz eingesetzt. Von einer Erhöhung der Frequenz in den Feldschwächungsbereich wurde bisher aus Gründen der Betriebssicherheit des Hubwerks abgesehen. Das den Asynchronmotor belastende Lastmoment muß stets kleiner sein als dessen Kippmoment, um ein Rückdrehen oder Stehenbleiben des Motors zu verhindern. Das Verhältnis von Kippmoment zum berechneten Nennmoment des Motors ändert sich mit wachsender Frequenz oberhalb der die Nenndrehzahl des Asynchronmotors bestimmenden Nennfrequenz, d. h. im Feldschwächungsbereich, stark verringert, konnte die Hubgeschwindigkeit allenfalls geringfügig durch den Betrieb des Asynchronmotors im Feldschwächungsbereich über die Nenngeschwindigkeit hinaus angehoben werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Hubwerksantrieb zu schaffen, der die Transportzeiten auf ein Minimum verringert und die Hubwerksgeschwindigkeit selbsttätig auf den der Belastung entsprechenden maximal zulässigen Wert einstellt.

Ausgehend von dem eingangs erläuterten Hubwerksantrieb wird diese Aufgabe gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung dadurch gelöst, daß die Steuerschaltung eine Ermittlungseinrichtung umfaßt, die einen ein Maß

für das momentane Drehmoment des Motors repräsentierenden Belastungswert ermittelt sowie einen Datenspeicher aufweist, der Daten für eine Grenzkennlinie speichert, die den Zusammenhang zwischen maximal zulässigen Frequenzen des Wechselstroms einerseits und Belastungswerten für eine vorgegebene Leistung des Motors andererseits repräsentieren und daß die Steuerschaltung die Frequenz des Frequenzumrichters auf einen abhängig von dem ermittelten Belastungswert entsprechend den im Datenspeicher gespeicherten Daten sich ergebenden Frequenzwert einstellt und den eingestellten Frequenzwert bei einer Änderung des Belastungswerts nachführt, wenn der eingestellte Frequenzwert kleiner als der gewählte Frequenz-Sollwert ist.

Hierbei wird ausgenutzt, daß für eine gegebene Motorleistung eine Grenzkurve ermittelt werden kann, die den Verlauf des Motordrehmoments in Abhängigkeit von der Motordrehzahl repräsentiert. Die Grenzkurve wird so bemessen, daß im gesamten zu nutzenden Drehzahlbereich ein hinreichender Abstand zwischen dem geforderten Motormoment und dem Kippmoment bleibt. Ausgehend von dem ermittelten, dem momentanen Drehmoment des Motors entsprechenden Belastungswert wird anhand dieser zum Beispiel in Tabellenform in dem Datenspeicher gespeicherten Grenzkurve ein Frequenzwert gelesen, der die maximal zulässige Drehzahl des Motors repräsentiert. Die Steuerschaltung stellt den Frequenzumrichter auf den maximal zulässigen Frequenzwert ein, womit das Hubwerk mit maximal möglicher Geschwindigkeit arbeitet. Die Erfindung wird vorzugsweise bei Hubwerksantrieben mit Asynchronmotoren, speziell Kurzschlußläufer-Asynchronmotoren, eingesetzt, läßt sich aber auch bei anderen Motorarten, wie zum Beispiel Synchronmotoren, Schleifringläufermotoren, insbesondere mit kurzgeschlossenem Läuferkreis, verwenden.

Die Sollgeschwindigkeit des Hubwerks wird in der Regel extern zum Beispiel über einen Meisterschalter oder dergleichen vorgegeben. Solange der Sollgeschwindigkeit ein Frequenz-Sollwert entspricht, der kleiner ist als der maximal zulässige Frequenzwert, stellt die Steuerschaltung den Frequenz-Sollwert am Frequenzumrichter ein. Liegt jedoch der Frequenz-Sollwert über dem maximal zulässigen Frequenzwert, so sorgt die Steuerschaltung dafür, daß der maximal zulässige Frequenzwert nicht überschritten wird. Dies erlaubt eine sichere manuelle Steuerung des Hubwerks.

Da sich die maximal zulässige Frequenz selbsttätig und kontinuierlich stufenlos der momentanen Last anpaßt, kann die Hubgeschwindigkeit auch Laständerungen, beispielsweise aufgrund des sich beim Hubvorgang verringernden Seilgewichts kontinuierlich, angepaßt werden. Drehmomentsprünge, wie sie sich beispielsweise bei einem Seillagenwechsel der Seiltrommel ergeben, können automatisch ausgeglichen werden.

Entsprechende Vorteile lassen sich auch gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung erzielen. Hiernach ist vorgesehen, daß die Steuerschaltung eine die Motorleistung auf einen vorgegebenen Wert konstant haltende Regeleinrichtung sowie eine Ermittlungseinrichtung umfaßt, die einen ein Maß für das momentane Drehmoment repräsentierenden Belastungswert ermittelt und daß die Steuerschaltung die Frequenz des Frequenzumrichters auf einen für den vorgegebenen Leistungswert und den ermittelten Belastungswert maximal zulässigen Frequenzwert einstellt und den eingestellten Frequenzwert bei einer Änderung des ermittelten Belastungswerts nachführt, wenn der eingestellte Frequenzwert

kleiner als der gewählte Frequenz-Sollwert ist.

Gemäß dem zweiten Aspekt der Erfindung wird durch die Leistungsregleinrichtung die Leistung des Motors konstant gehalten. Hierdurch wird erreicht, daß der bereits unter dem ersten Aspekt der Erfindung beschriebene Zusammenhang zwischen Motordrehmoment und maximal zulässiger Motordrehzahl besonders exakt vorherbestimmt werden kann. Vorzugsweise umfaßt deshalb auch der Hubwerksantrieb gemäß dem ersten Aspekt der Erfindung eine derartige Leistungsregleinrichtung. Die Leistungsregleinrichtung erlaubt es aber, auch die Belastungswerte des Motors anders als durch eine gespeicherte Grenzkurve vorzugeben, und sie erlaubt andere Frequenznachführmechanismen.

In einer bevorzugten Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß die Steuerschaltung eine Recheneinrichtung umfaßt, die abhängig von in einem Datenspeicher gespeicherten Daten eines elektrischen Ersatzschaltbilds des Motors und abhängig von dem ermittelten Belastungswert sowie dem Motorstrom den maximal zulässigen Frequenzwert errechnet. Mit Hilfe einer derartigen Recheneinrichtung kann der maximal zulässige Frequenzwert der tatsächlichen Betriebssituation besser angepaßt ermittelt werden.

Die Motorleistung hängt in üblicher Weise sowohl von der Motorspannung als auch dem Motorstrom ab. Soweit der Frequenzumrichter eine auf einen konstanten Wert geregelte Ausgangsspannung hat, genügt es, den Motorstrom mit Hilfe der Leistungsregleinrichtung konstant zu halten, wobei es hier genügt, den Motorstrom mit Hilfe einer Stromregleinrichtung, welche die Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters verändert, konstant zu halten, damit die Leistung konstant bleibt. Da bei einer solchen Regelung Spannungseinbrüche nicht vollständig ausgeschlossen werden können, kann im Einzelfall eine erhöhte Kippsicherheitsgrenze erforderlich sein, die ihrerseits den ausnutzbaren Hubgeschwindigkeitsbereich einengt.

Ein besonders großer ausnutzbarer Hubgeschwindigkeitsbereich wird erreicht, wenn die Leistungsregleinrichtung eine sowohl auf den Motorstrom als auch auf die Motorspannung ansprechende Recheneinrichtung umfaßt, die einen die momentane Motorleistung repräsentierenden Wert ermittelt und die Regleinrichtung die Frequenz und den Motorstrom und gegebenenfalls die Motorspannung abhängig von dem ermittelten Motorleistungswert so regelt, daß die Motorleistung den vorgegebenen Leistungswert hat.

Bei der den Belastungswert bzw. das Motormoment ermittelnden Ermittlungseinrichtung kann es sich um eine die Hubwerkslast zum Beispiel am Haken oder an der Motorwelle messende Kraftmeßeinrichtung handeln. Soweit jedoch die Leistung des Motors konstant gehalten wird, kann, wie dies in einer bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen ist, der momentane Belastungswert auch errechnet werden, zum Beispiel abhängig von dem mittels der Leistungsregleinrichtung geregelten Motorstrom und gegebenenfalls abhängig von dem momentanen Frequenzwert.

Da die Steuerschaltung inhärent die Kippsicherheitsbedingungen des Motors beachtet, läßt sich das Hubwerk problemlos und ohne Anfahrstöße und Schwingungen über Rampenfunktionen der Steuerschaltung beschleunigen und abbremsen. Die Steuerschaltung umfaßt hierzu eine Rampenfunktionseinrichtung, die durch Änderungen des Frequenz-Sollwerts aktivierbar ist und den Frequenzwert des Frequenzumrichters kontinuierlich in Richtung auf den geänderten Frequenz-Sollwert

ändert.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der über die Leistungsregleinrichtung vorgegebene Leistungswert, insbesondere der maximale Leistungsgrenzwert, einstellbar. Dies erlaubt es, die im Hubantrieb umgesetzte Energie von außen anzupassen, um beispielsweise den Motor unter bestimmten Betriebsbedingungen, zum Beispiel beim Aufstellen des Krans in einigen tausend Meter Höhe zu schonen oder um eine externe Beschaltung, wie zum Beispiel einen Rückspisewiderstand geringer dimensionieren zu können.

Eine Erhöhung der Kippsicherheitsgrenzen verringert normalerweise den ausnutzbaren Hubgeschwindigkeitsbereich. Um ohne Minderung der Kippsicherheit den ausnutzbaren Hubgeschwindigkeitsbereich vergrößern zu können, ist in einer bevorzugten Ausgestaltung vorgesehen, daß der Motor für eine geringere Nennspannung als die Nenn-Ausgangsspannung des Frequenzumrichters bemessen ist. Diese Maßnahme erhöht die Funktionssicherheit des Hubwerksantriebs bei Netzspannungseinbrüchen und langen Zuleitungen, ohne daß dies auf Kosten des ausnutzbaren Hubgeschwindigkeitsbereichs ginge. Die Nennspannung des Motors wird hierbei zweckmäßigerweise um 12 bis 25% kleiner gewählt als die Nenn-Ausgangsspannung des Frequenzumrichters.

Im folgenden wird die Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierbei zeigt:

Fig. 1 ein Diagramm, das für eine vorgegebene Motorleistung die Abhängigkeit des Motormoments von der Motordrehzahl zeigt und

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Hubwerksantriebs.

Fig. 1 zeigt das Motormoment  $M$  eines Asynchronmotors, normiert auf dessen Nennmoment  $M_N$  in Abhängigkeit der auf die Nenndrehzahl  $n_N$  normierten Motordrehzahl  $n$  in Form einer durchgehenden Linie für die Nennleistung des Asynchronmotors. Im Ankerstellbereich, d. h. zwischen 0 und 1 der auf die Nenndrehzahl normierten Motordrehzahl  $n$  ist das Motormoment  $M$  gleich dem Nennmoment. Bei Motordrehzahlen größer als die Nenndrehzahl, d. h. im Feldschwächungsbereich, nimmt das Motormoment unter der Annahme konstanter Motorleistung umgekehrt proportional zur Motordrehzahl ab. In das Diagramm der Fig. 1 ist strichpunktiert der Drehzahlverlauf des Kippmoments  $M_K$  des Asynchronmotors eingetragen, das sich näherungsweise umgekehrt proportional zum Quadrat der Motordrehzahl ändert.

Die Belastung des Asynchronmotors und dementsprechend das Motormoment muß stets kleiner als das Kippmoment sein. Es hat sich herausgestellt, daß Asynchronmotoren von Hubwerken unter Berücksichtigung eventueller Spannungseinbrüche kippsicher betrieben werden können, wenn das Verhältnis  $M_K/M_N$  wenigstens 1,6 oder mehr beträgt. Diese Kippsicherheitsgrenze legt den maximal ausnutzbaren Drehzahlbereich des Asynchronmotors fest, der im Beispiel der Fig. 1 für einen Kippsicherheitsgrenzwert  $M_K/M_N = 1,6$  bei der vierfachen Nenndrehzahl endet.

Der erfindungsgemäße Hubwerksantrieb gemäß Fig. 2 umfaßt einen Asynchronmotor 1, hier einen Drehstrom-Kurzschlußläufer-Asynchronmotor, zum Antrieb eines Hubwerks 3. Der Asynchronmotor 1 ist an einen Frequenzumrichter 5 angeschlossen, der aus einem Netz 7 mit Netzfrequenz von beispielsweise 50 Hz zugeführten Drehstrom in Drehstrom umformt, dessen Frequenz zwischen 0 und einem Mehrfachen der Netz-

frequenz, beispielsweise dem Vierfachen der Netzfrequenz, d. h. 200 Hz, stufenlos eingestellt werden kann. Die Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters 5 bestimmt die Drehzahl des Motors 1. Im Frequenzbereich zwischen 0 und der Netzfrequenz, bei welcher der Motor 1 mit seiner Nenn Drehzahl dreht, sorgt eine nicht näher dargestellte Drehzahlregelung dafür, daß die Frequenz des Frequenzumrichters 5 und damit die Drehzahl des Motors 1 der am Frequenzumrichter 5 mittels eines Meisterschalters 9 oder dergleichen eingestellten Sollfrequenz proportional folgt.

Wird die Sollfrequenz über die der Nenn Drehzahl zugeordnete Netzfrequenz hinaus in den Feldschwächungsbereich erhöht, so muß sichergestellt werden, daß die Kippsicherheitsgrenzen des Asynchronmotors eingehalten werden können. Hierzu ist ein Leistungsregelkreis vorgesehen, der bei 11 den Motorstrom und die Motorspannung erfaßt und in einer Rechneinheit 13 hieraus die momentane Motorleistung errechnet. Eine Begrenzerschaltung 15, der aus einem einstellbaren Sollwertgeber 17 ein Leistungs-Sollwert zugeführt wird, liefert bei 19 ein Korrektursignal an eine Steuerung 21, die dementsprechend vom Frequenzumrichter 5 gelieferten Motorstrom und die Frequenz des Drehfeldes so steuert, daß die Motorleistung auf dem Leistungs-Sollwert konstant gehalten wird. Der Begrenzerschaltung 15 und gegebenenfalls der Rechneinheit 13 werden hierzu aus einem Datenspeicher 23 Kenn Daten des Motors 1 zugeführt. Sofern der Frequenzumrichter 5 von sich aus eine konstant gehaltene Ausgangsspannung abgibt, so genügt es zur Leistungsregelung, lediglich den Motorstrom zu erfassen und diesen durch Variation der Frequenz konstant zu halten.

Die Begrenzerstufe 15 vergleicht den Leistungs- bzw. Stromsollwert mit dem Istwert der jeweiligen Größe und veranlaßt beim Überschreiten des Sollwertes durch den Istwert eine Steuerung 21 zur Reduktion der Motordrehzahl durch Veränderung von Frequenz und Strom des Umrichters 5. Daten, die die momentane Belastung repräsentieren, erhält die Steuerung 21 entweder aus der Recheneinheit 13, oder sie werden durch den Motorstrom implizit dargestellt. Die Steuerung 21 errechnet aus Daten, die die Werte eines elektrischen Ersatzschaltbildes des Asynchronmotors 1 repräsentieren und die ihr aus einem Datenspeicher 23 zugeführt werden, diejenige Frequenz, die entsprechend dem Motor momentendiagramm der Fig. 1 bei der von der Stufe 15 ermittelten Belastung gerade noch zulässig ist. Die Steuerung 21 stellt den Frequenzumrichter 5 auf diese maximal zulässige Frequenz ein, selbst wenn der vom Meisterschalter 9 vorgegebene Frequenzsollwert eine höhere Frequenz und damit eine höhere Motordrehzahl verlangen würde. Liegt die vom Meisterschalter 9 vorgegebene Sollfrequenz unter der von der Steuerung 21 ermittelten maximal zulässigen Frequenz, so wird der Frequenzumrichter auf die Sollfrequenz eingestellt. Der Meisterschalter 9 kann damit frei wählbar verstellt werden. Die Steuerung 21 sorgt dafür, daß das Hubwerk die maximal zulässige Geschwindigkeit nicht überschreitet. Soweit das Korrektursignal der Begrenzerschaltung 15 bereits den maximal zulässigen Drehzahlgrenzwert widerspiegelt, kann dieser in der Steuerung 21 mit dem vorgegebenen Frequenz-Sollwert verglichen werden. Ist der Sollwert größer als der maximale Drehzahlgrenzwert, so wird der maximale Drehzahlgrenzwert an den Frequenzumrichter 5 weitergegeben, andernfalls wird der bei 9 eingestellte vorgegebene Frequenz- bzw. Drehzahl-Sollwert weitergegeben.

Ändert sich die Belastung des Motors, beispielsweise aufgrund des im Verlauf der Hubbewegung sich verringernden, anzuhebenden Seilgewichts, so erhöht die Steuerung 21 in gleichem Maße stufenlos die Hubgeschwindigkeit. Bei Hubwerken, bei welchen das Seil mehrlagig auf die Seiltrommel gewickelt wird, kann die Steuerung 21 die beim Lagenwechsel auftretende Änderung des Motormoments durch automatische Anpassung der Hubgeschwindigkeit ausgleichen.

Beim vorstehend erläuterten Ausführungsbeispiel wird die Motorbelastung abhängig vom Motorstrom und gegebenenfalls der Motordrehzahl errechnet. Dies hat den Vorteil, daß keine zusätzlichen mechanischen Sensoren oder dergleichen erforderlich sind. In einer Variante können aber zur Ermittlung des momentanen Motormoments Kraftmeßeinrichtungen mit der Motorwelle gekuppelt sein, wie dies bei 25 angedeutet ist. Die Kraftmeßeinrichtung kann, wie bei 27 angedeutet, alternativ auch die Hakenlast messen, da diese ein Maß für das Motordrehmoment ist. Derartige Kraftmeßeinrichtungen können zusätzlich zur Erhöhung der Betriebssicherheit vorgesehen sein.

Beim Ausführungsbeispiel der Fig. 2 wird die am Frequenzumrichter 5 einzustellende Frequenz abhängig von den Daten eines Ersatzschaltbildes des Motors 1 errechnet. Die in Fig. 1 für den Feldschwächungsbereich dargestellte Grenzkurve kann jedoch insgesamt auch, zum Beispiel in Tabellenform, in dem Datenspeicher 23 gespeichert sein, so daß die Steuerung 21 die maximal zulässigen Frequenzwerte abhängig von errechneten oder gemessenen momentanen Motormomentwerten aus dem Datenspeicher 23 ausliest. Es versteht sich, daß der Datenspeicher 23 auch Kennlinienfelder speichern kann, die zur Erhöhung der Betriebssicherheit zusätzliche Parameter bei der Bereitstellung der Grenzkennlinien berücksichtigen.

Die Steuerung 21 umfaßt eine nicht näher dargestellte Rampenfunktionseinrichtung, die es erlaubt, die einzustellende Frequenz mit einer vorbestimmten Änderungsgeschwindigkeit an die maximal zulässige Frequenz heranzuführen. Die Änderungsgeschwindigkeit ist so bemessen, daß eine rasche und dennoch schwingungsfreie Drehzahländerung des Hubwerksantriebs erreicht wird.

Der Motor 1 ist für eine geringere Nennspannung als die Nenn-Ausgangsspannung des Frequenzumrichters 5 bemessen. Hierdurch kann die Funktions- und Kippsicherheit des Antriebs bei Netzspannungseinbrüchen und auch langen Zuleitungen erhöht werden. Der Motor 1 wird hierzu für eine Spannung von beispielsweise 310 V gewickelt, wenn die Netzspannung 380 V beträgt. Dies entspricht einer Spannungsverringerung von etwa 18%. Da die Klemmenausgangsspannung des Frequenzumrichters 5 normalerweise etwa 5% kleiner ist als die Netzspannung, führen Spannungseinbrüche bis zu ca. 13% weder zu Leistungs- noch zu Funktionsbeeinträchtigungen.

#### Patentansprüche

1. Hubwerksantrieb, insbesondere für einen Turmkran, mit einem Wechselstrommotor (1), insbesondere einem Asynchronmotor, einem den Wechselstrommotor (1) mit Wechselstrom änderbarer Frequenz speisenden Frequenzumrichter (5) und einer die Frequenz des Frequenzumrichters (5) auf einen insbesondere stufenlos wählbaren Frequenz-Sollwert einstellenden Steuerschaltung (13, 15, 21, 23),

dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (13, 15, 21, 23) eine Ermittlungseinrichtung (11; 25; 27) umfaßt, die einen ein Maß für das momentane Drehmoment des Motors (1) repräsentierenden Belastungswert ermittelt sowie einen Datenspeicher (23) aufweist, der Daten für eine Grenzkennlinie speichert, die den Zusammenhang zwischen maximal zulässigen Frequenzen des Wechselstroms einerseits und Belastungswerten für eine vorgegebene Leistung des Motors (1) andererseits repräsentieren, und daß die Steuerschaltung (13, 15, 21, 23) die Frequenz des Frequenzumrichters (5) auf einen abhängig von dem ermittelten Belastungswert entsprechend den im Datenspeicher (23) gespeicherten Daten sich ergebenden Frequenzwert einstellt und den eingestellten Frequenzwert bei einer Änderung des Belastungswerts nachführt, wenn der eingestellte Frequenzwert kleiner als der gewählte Frequenz-Sollwert ist.

2. Hubwerksantrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (13, 15, 21, 23) eine die Motorleistung auf einem vorgegebenen Wert konstant haltende Regeleinrichtung (13, 15) umfaßt.

3. Hubwerksantrieb, insbesondere für einen Turmkran, mit einem Wechselstrommotor, insbesondere einem Asynchronmotor (1), einem den Wechselstrommotor (1) mit Wechselstrom änderbarer Frequenz speisenden Frequenzumrichter (5) und einer insbesondere stufenlos wählbaren Frequenz-Sollwert einstellenden Steuerschaltung (13, 15, 21, 23), dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (13, 15, 21, 23) eine die Motorleistung auf einem vorgegebenen Wert konstant haltende Regeleinrichtung (13, 15) sowie eine Ermittlungseinrichtung (11; 25; 27) umfaßt, die einen ein Maß für das momentane Drehmoment repräsentierenden Belastungswert ermittelt, und daß die Steuerschaltung (13, 15, 21, 23) die Frequenz des Frequenzumrichters (5) auf einen für den vorgegebenen Leistungswert und den ermittelten Belastungswert maximal zulässigen Frequenzwert einstellt und den eingestellten Frequenzwert bei einer Änderung des ermittelten Belastungswerts nachführt, wenn der eingestellte Frequenzwert kleiner als der gewählte Frequenz-Sollwert ist.

4. Hubwerksantrieb nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (13, 15, 21, 23) eine Recheneinrichtung umfaßt, die abhängig von in einem Datenspeicher (23) gespeicherten Daten eines elektrischen Ersatzschaltbilds des Motors (1) und abhängig von dem ermittelten Belastungswert sowie dem Motorstrom den maximal zulässigen Frequenzwert errechnet.

5. Hubwerksantrieb nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Frequenzumrichter (5) eine konstante Motorspannung liefert und daß die Regeleinrichtung (13, 15) auf den Motorstrom anspricht und die Frequenz des Frequenzumrichters (5) so regelt, daß die Motorleistung den vorgegebenen Leistungswert hat.

6. Hubwerksantrieb nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung (13, 15) eine sowohl auf den Motorstrom als auch auf die Motorspannung ansprechende Recheneinrichtung (13) umfaßt, die einen die momen-

tane Motorleistung repräsentierenden Wert ermittelt, und daß die Regeleinrichtung (13, 15) die Frequenz und den Motorstrom und/oder die Motorspannung abhängig von dem ermittelten Motorleistungswert so regelt, daß die Motorleistung den vorgegebenen Leistungswert hat.

7. Hubwerksantrieb nach Anspruch 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeleinrichtung (13, 15) eine Leistungsbegrenzungseinrichtung (15) umfaßt.

8. Hubwerksantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Belastungswert-Ermittlungseinrichtung eine die Hubwerklast messende Kraftmeßeinrichtung (25) umfaßt.

9. Hubwerksantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (13, 15, 21, 23) eine bei Änderungen des Frequenz-Sollwerts aktivierbare Rampenfunktionseinrichtung umfaßt, die den Frequenzwert kontinuierlich in Richtung auf den geänderten Frequenz-Sollwert ändert.

10. Hubwerksantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgegebene Leistungswert einstellbar ist.

11. Hubwerksantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 10 dadurch gekennzeichnet, daß der Wechselstrommotor (1) als Kurzschlußläufer-Asynchronmotor ausgebildet ist.

12. Hubwerksantrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Wechselstrommotor (1) für eine geringere Nennspannung als die Nenn-Ausgangsspannung des Frequenzumrichters (5) bemessen ist.

13. Hubwerksantrieb nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Nennspannung des Wechselstrommotors (1) um 10 bis 15% kleiner gewählt ist als die Nenn-Ausgangsspannung des Frequenzumrichters (5).

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig.1

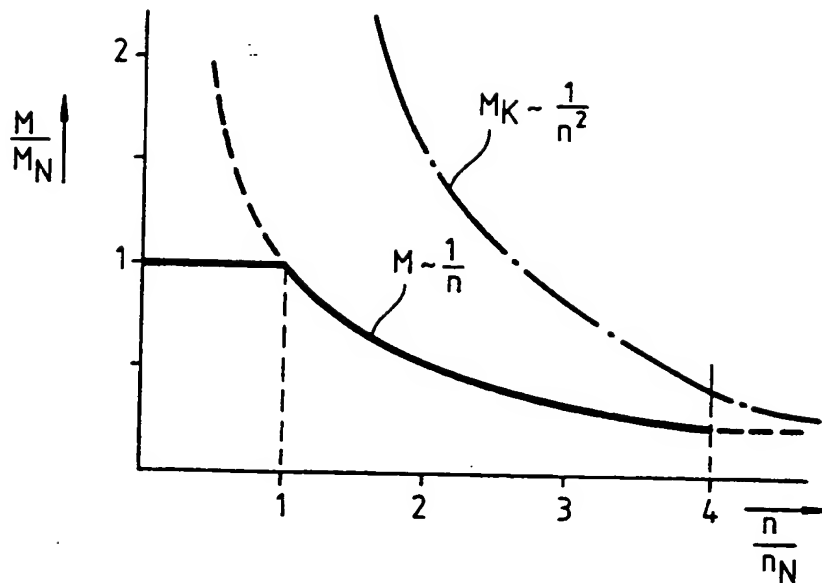


Fig.2

